

**METHOD FOR BENDING GLASS SHEET AND APPARATUS THEREFOR**

Patent Number: JP2001002433

Publication date: 2001-01-09

Inventor(s): NOMURA KEN; TOMIOKA MASANORI; NEMUGAKI YOICHI

Applicant(s): ASAHI GLASS CO LTD

Requested Patent:  JP2001002433

Application Number: JP19990171139 19990617

Priority Number(s):

IPC Classification: C03B23/033; C03B35/18

EC Classification:

Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a glass sheet of double curvilinear shapes by vertically moving a plurality of rollers accompanying the transportation of the glass sheet to form a curve surface curved in the transporting direction on the transporting surface and progressing the curved surface in the transporting direction to bend and form a glass substrate in the transporting direction, then bending the glass substrate in a direction orthogonal with the transporting direction while blowing air from above and below the same.

**SOLUTION:** When the glass sheet G heated to a bending temperature in a heating furnace is transported to this apparatus, the rollers descend and move and the transporting surface is deformed to a downwardly projecting curvilinear shape. The glass sheet G deflects to a lower side along the curved surface by its own weight when passing on the rollers and is deformed to the shape complying with the curved surface. When the bent glass sheet G is transported to a cooling and forming device 18, the glass sheet G is cooled without the balance on the front surface and the rear surface by blowing of the air which is blown from an upper air blow-off outlet 18A and a lower air blow-off outlet 18B and is controlled by a air pressure controlled, by which a difference a temperature difference is generated above and below and the glass sheet is bent in the direction orthogonal with the transporting direction.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-2433  
(P2001-2433A)

(43) 公開日 平成13年1月9日(2001.1.9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
C 0 3 B 23/033  
35/18

### 識別記号

F I  
C 0 3 B 23/033  
35/18

テーマコード(参考)  
4G015

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-171139  
(22) 出願日 平成11年6月17日(1999.6.17)

(71)出願人 000000044  
旭硝子株式会社  
東京都千代田区有楽町一丁目12番1号

(72)発明者 野村 謙  
愛知県知多郡武豊町字旭1番地 旭硝子株式会社内

(72)発明者 富岡 昌紀  
愛知県知多郡武豊町字旭1番地 旭硝子株式会社内

(74)代理人 100083116  
弁理士 松浦 慶三

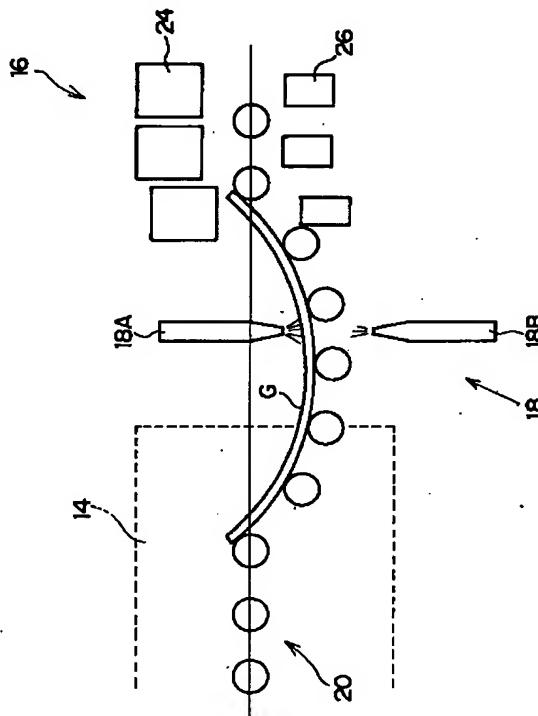
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス板の曲げ成形方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】三次元曲面を有するガラス板を曲げ成形することができるガラス板の曲げ成形方法及び装置を得る

【解決手段】ガラス板Gの上下にエアを噴射して上下をアンバランスに冷却することにより、三次元曲面を有するガラス板Gを曲げ成形する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ガラス板を加熱炉で成形温度まで加熱し、該加熱されたガラス板をローラコンベアの複数のローラで形成される搬送面に沿って搬送しながらガラス板の自重によってガラス板を所定の曲率に曲げ成形した後に、前記ローラコンベアの下流側に配された風冷強化装置で風冷強化するガラス板の曲げ成形方法において、ガラス板が搬送されている位置の複数のローラをガラス板の搬送にともない上下動させて、該位置の複数のローラにより前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面を形成し、前記各ローラをガラス板の搬送にともない順次上下動させて、前記湾曲面をガラス板の搬送とともにガラス板の搬送方向に進行させ、ガラス板を搬送しながら前記湾曲面に沿うようにガラス板を搬送方向に曲げ成形するとともに、前記風冷強化装置の上流側であって前記搬送面の上下に配されたエア噴射手段から、曲げ成形されたガラス板の上面及び下面のうちの少なくとも一方にエアを噴出して、該ガラス板の上面及び下面の冷却バランスを調整しながら前記ガラス板を搬送方向に直交する方向に曲げ成形することを特徴とするガラス板の曲げ成形方法。

【請求項2】ガラス板を成形温度まで加熱する加熱炉と、該加熱炉の下流側に設けられたガラス板を所定の曲率に曲げ成形する成形手段と、該成形手段の下流側に配された風冷強化装置とを含むガラス板の曲げ成形装置において、

前記成形手段は、

前記ガラス板を搬送するための搬送面を形成する複数のローラから成るローラコンベアと、前記複数のローラを上下移動させる上下方向駆動手段と、

ガラス板が搬送されている位置の複数のローラにより、前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面が形成されるとともに、ガラス板の搬送にともない、順次複数のローラを上下させて前記湾曲面がガラス板の搬送方向に進行するように前記駆動手段を制御する制御手段と、

前記風冷強化装置の上流側であって前記搬送面の上下に配された一対のエア噴射手段と、

該一対のエア噴出手段から噴出されるエア吹出量を制御するエア制御手段と、を備え、前記成形手段によりガラス板を搬送方向に曲げ成形するとともに、前記エア制御手段により前記一対のエア噴出手段から噴出されるエア吹出量を制御しながらガラス板の上面及び下面の冷却バランスを調整して、前記ガラス板を搬送方向に直交する方向に曲げ成形することを特徴とするガラス板の曲げ成形装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車、船舶、鉄

道、航空機などの輸送機器あるいは建築用その他各種用途のガラス板の曲げ成形方法及び装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】加熱炉において軟化点近くまで加熱したガラス板を、湾曲した複数のローラからなるローラコンベアで搬送することによって、ガラス板を曲げ成形する方法が知られている（例えば米国特許4,123,246号明細書参照）。この方法によれば、軟化したガラス板はその自重により垂れ下がるので、ガラス板はローラの曲率に倣うように曲げられる。この場合、ガラス板は搬送方向に直交する方向に曲げ成形される。

【0003】また、加熱炉において軟化点近くまで加熱したガラス板を、その搬送路が湾曲するように搬送方向に傾斜配置した複数のローラにより搬送することによって、ガラス板を曲げ成形する方法が知られている（例えば米国特許4,820,327号明細書参照）。この方法によれば、軟化したガラス板はその自重により垂れ下がるので、ガラス板は搬送路の曲率に倣うように曲げられる。この場合、ガラス板は搬送方向に曲げ成形される。

【0004】なお、本明細書において、「搬送方向に直交する方向に曲げ成形される」とは、曲げ成形されたガラス板の形状が、搬送方向軸のまわりに湾曲した形状になることを意味する。いいかえると、曲げ成形されたガラス板は、搬送方向軸に垂直な断面が湾曲形状となる。「搬送方向に（沿って）曲げ成形される」も同様に、曲げ成形されたガラス板の形状が、搬送方向に直交する軸のまわりに湾曲した形状になることを意味する。いいかえると、曲げ成形されたガラス板は、搬送方向に直交する軸に垂直な断面が湾曲形状となる。以下に示す複数のローラで形成される湾曲面の形状についても、「搬送方向に（沿って）曲がった」「搬送方向に湾曲した」等の説明は「搬送方向に（沿って）曲げ成形される」の意味と同旨である。搬送方向に直交する方向に関する湾曲面の説明も、「搬送方向に直交する方向に曲げ成形される」の意味と同旨である。

【0005】本明細書における「・・・方向に直交」は、水平面上であって・・・方向に垂直な方向を意味する。本明細書における「上」、「下」は、水平面に対しそれぞれ「上」、「下」を意味する。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年の自動車産業では少量多品種の要求が高まっているため、その型式毎にそれぞれ対応する曲率のガラス板が必要になる。このために、上記米国特許4,123,246号明細書に記載された方法（以下'246の方法という）では、型式毎にその型式に対応した曲率のローラに交換する必要があった。この交換には時間がかかるものであり、しかも型式毎に求められる曲率のローラを用意する必要があった。

【0007】また、'246の方法では、ガラス板は曲げられる方向に直交する方向に搬送される。この場合、例えば自動車用サイドガラス板の曲げ成形において、自動車への組付け状態における側辺方向がローラの延在方向となる。そのため、ローラのガラス板への接触による筋状のローラ歪が組付け状態における鉛直方向に形成され、ローラによる筋状の歪が目立ちやすい。

【0008】米国特許4,820,327号明細書に記載された方法（以下'327の方法という）では、型式毎にその型式に対応した曲率の搬送路になるようにローラの配置を変更する必要があった。この変更には時間がかかるものであった。

【0009】また、'327の方法では、ガラス板の搬送方向を鉛直方向に変える。そのため、'327の方法に用いる設備全体が大きくなる。しかも重力に逆らってガラス板を搬送するため、ガラス板を高速で搬送することが困難であり、ローラ上でのガラス板の滑りを防止する構造を特別に設けなければならない。さらに、曲げ成形、風冷強化された後のガラス板は、鉛直方向から水平方向へと搬送方向を変えなければならない。この搬送方向を変える機構は複雑であり、ガラス板への傷の発生が懸念される。加えて、ガラス板を複数の方向に湾曲した形状（複曲形状）に曲げ成形するための機構を設けると、装置全体がさらに複雑な構造になる。

【0010】本発明の目的は、従来技術が有する上記課題を解決することにあり、従来知られていなかったガラス板を複曲形状に曲げ成形する方法及び装置を提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、ガラス板を加熱炉で成形温度まで加熱し、該加熱されたガラス板をローラコンベアの複数のローラで形成される搬送面に沿って搬送しながらガラス板の自重によってガラス板を所定の曲率に曲げ成形した後に、前記ローラコンベアの下流側に配された風冷強化装置で風冷強化するガラス板の曲げ成形方法において、ガラス板が搬送されている位置の複数のローラをガラス板の搬送にともない上下動させて、該位置の複数のローラにより前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面を形成し、前記各ローラをガラス板の搬送にともない順次上下動させて、前記湾曲面をガラス板の搬送とともにガラス板の搬送方向に進行させ、ガラス板を搬送しながら前記湾曲面に沿うようにガラス板を搬送方向に曲げ成形するとともに、前記風冷強化装置の上流側であって前記搬送面の上下に配されたエア噴射手段から、曲げ成形されたガラス板の上面及び下面のうちの少なくとも一方にエアを噴出して、該ガラス板の上面及び下面の冷却バランスを調整しながら前記ガラス板を搬送方向に直交する方向に曲げ成形することを特徴とするガラス板の曲げ成形方法を提供する。

【0012】また、本発明は、ガラス板を成形温度まで加熱する加熱炉と、該加熱炉の下流側に設けられたガラス板を所定の曲率に曲げ成形する成形手段と、該成形手段の下流側に配された風冷強化装置とを含むガラス板の曲げ成形装置において、前記成形手段は、前記ガラス板を搬送するための搬送面を形成する複数のローラから成るローラコンベアと、前記複数のローラを上下移動させる上下方向駆動手段と、ガラス板が搬送されている位置の複数のローラにより、前記搬送面の少なくとも一部にガラス板の搬送方向に湾曲した所望の湾曲面が形成されるとともに、ガラス板の搬送にともない、順次複数のローラを上下させて前記湾曲面がガラス板の搬送方向に進行するように前記駆動手段を制御する制御手段と、前記風冷強化装置の上流側であって前記搬送面の上下に配された一対のエア噴射手段と、該一対のエア噴出手段から噴出されるエア吹出量を制御するエア制御手段と、を備え、前記成形手段によりガラス板を搬送方向に曲げ成形するとともに、前記エア制御手段により前記一対のエア噴出手段から噴出されるエア吹出量を制御しながらガラス板の上面及び下面の冷却バランスを調整して、前記ガラス板を搬送方向に直交する方向に曲げ成形することを特徴とするガラス板の曲げ成形装置を提供する。

【0013】これらの本発明において、各搬送ローラ自身は、ガラス板の搬送にともない鉛直方向に上下動する。この上下動により、ガラス板が搬送されている位置の複数の搬送ローラによって湾曲面を形成し、この湾曲面がガラス板の搬送方向に進行する。いいかえると、上記の湾曲面が波面に、各ローラが波の振動子に、各ローラの上下動ストローク長が波の振幅に、それぞれ相当する。そして、各振動子の位相を搬送方向下流に向かうにしたがって順次変えるように、各ローラの上下動に位相差を与えることによって波を伝播させ、湾曲面がガラス板の搬送方向に進行する。

【0014】各ローラの上下動は、鉛直方向における初期位置から下降ー上昇を経て初期位置に戻る動きを、1周期の動きとすることが好ましい。この場合、各ローラは、(a；初期状態) 1単位のガラス板の搬送方向前辺が搬送されてきた時を下降の始まりとし、(b) 1単位のガラス板が通過している間を下降ー上昇の1周期の動きとし、(c；終状態) 1単位のガラス板の搬送方向後辺が搬送されてきた時にもとの位置に戻る。こうして、1単位のガラス板があるローラ上を通過する間に、そのローラは初期状態から終状態までの1周期の上下動を行う。複数のガラス板を連続的に曲げ成形する際には、1単位のガラス板が順次搬送されてくるので、次単位以降のガラス板に対し、各ローラを(a)、(b)、(c)の順に繰り返し上下動させる。

【0015】こうした各ローラの上下動により、1単位のガラス板は次のように搬送される。ガラス板の搬送方向前辺及び搬送方向後辺があるローラ上に位置する時、

そのローラは初期状態（終状態）にある。そのため、ガラス板の搬送方向前辺及び搬送方向後辺の鉛直方向位置は、各ローラの初期状態の位置に保たれる。初期状態にある各ローラで形成される仮想の面を、「搬送レベル」と呼ぶこととする。一方、ガラス板の搬送方向前辺と搬送方向後辺との間の部分であるガラス板の中央部分が位置する各ローラは、1周期の上下動のうちの中間状態にある。そのため、ガラス板の中央部分は搬送レベルよりも下方に位置する（中央部分が下方に垂れ下がる）。したがって、1単位のガラス板は、搬送方向前辺と搬送方向後辺とが搬送レベルに保たれながら、中央部分が搬送レベルよりも下方に位置するように、搬送される。

【0016】なお、「1単位のガラス板」とは、通常は1枚のガラス板を意味する。必要に応じて2枚以上のガラス板を積層した状態で搬送すると、2枚以上のガラス板を同時に曲げ成形できる。このように、「1単位のガラス板」は2枚以上のガラス板が積層された状態で搬送される場合を含む。そして、本発明のガラス板の曲げ成形方法及び装置は、1単位のガラス板の曲げ成形を順次連続的に行い、複数単位のガラス板を連続的に曲げ成形できる。1単位のガラス板が1枚のガラス板であるかガラス板が複数枚積層された状態にあるかは、本発明のガラス板の曲げ成形方法及び装置の基本的な動作に大きな影響を与えない。そこで、本明細書では、「1単位」なる語を省略することができる。

【0017】こうして、本発明によれば、複数のローラをガラス板の搬送位置に応じて上下移動させることにより、複数のローラで形成される搬送面を湾曲させ、この湾曲した搬送面に沿ってガラス板を自重により所定の曲率に曲げ成形する。これにより、本発明は、型式に応じた曲率の複数のローラを使用することなくガラス板を曲げ成形できるので、従来必要であったローラの交換作業を省くことができる。また、本発明は、ローラの上下移動制御データを変更するだけで別の型式のガラス板を成形できるので、ジョブチェンジ時間を実質的になくすことができる。

【0018】なお、各ローラにより形成される湾曲面は次の意味を持つ。まず、各ローラの中心軸線を仮想する。各中心軸線は搬送方向に直交する方向に延びていることから、各中心軸線を滑らかに結ぶと仮想の湾曲面ができる。この仮想湾曲面が各ローラにより形成される湾曲面に対応する。実際には、各ローラは有限の太さを有するため、各ローラで形成される湾曲面は仮想湾曲面と若干異なる。すなわち、各ローラで形成される湾曲面の曲率半径は仮想湾曲面の曲率半径よりも若干（ローラの半径程度）小さい。したがって、各ローラにより形成される湾曲面は、仮想湾曲面よりも若干曲率半径の小さい湾曲面に相当する。

【0019】そして、各ローラにより形成される所望の湾曲面とは、ガラス板がローラ上の搬送されている位置

に応じて必要とされる湾曲面である。具体的には、ガラス板を曲げ成形するゾーンのうちの最下流の位置では、この位置の各ローラで形成される湾曲面は、ガラス板の搬送方向についての最終的に得ようとするガラス板の曲げ形状に概略一致した湾曲形状を呈する。

【0020】1つの例として、最下流の位置よりも上流に位置する各ローラで形成される湾曲面は、最下流の位置での各ローラで形成される湾曲面よりも大きな曲率半径を有する。さらに上流へいくに従って、上流位置の各ローラで形成される湾曲面はさらに大きな曲率半径を有する。

【0021】他の例として、ガラス板を曲げ成形するゾーンのすべての位置において、各ローラで形成される湾曲面を最終的に得ようとするガラス板の搬送方向の曲げ形状に概略一致した湾曲形状にすることもできる。いづれにしても、最終的に得ようとするガラス板の曲げ形状にガラス板を曲げ成形するために、各ローラで形成される湾曲面は、ガラス板が搬送されている位置に応じて決められる湾曲面とされる。この際、湾曲形状はガラス板の厚みやガラス板の温度を考慮しながら決めるものであり、これらの各条件に応じて、どのように湾曲面の形状を変えるか（または一定の湾曲形状とするか）を適宜設定できるように装置を構成することは好ましい。

【0022】ガラス板は瞬時には自重により曲がらないことが多い。そのため、各ローラで形成される湾曲面の曲率半径を、上流側から徐々に小さな曲率半径にし、最下流位置で最終的に得ようとするガラス板の湾曲形状にすることが、各ローラの搬送駆動力をガラス板に充分に伝達できる点に鑑みて好ましい。

【0023】さらに、本発明によれば、ローラコンベアに搬送されて搬送方向に沿った方向に曲げ成形されたガラス板の上面及び下面のうちの少なくとも一方にエアを噴射してガラス板の上面及び下面を冷却し、その上下の冷却バランスを調整することにより、ガラス板を搬送方向と直交する方向に曲げ成形する。すなわち、まず、ローラコンベアによる搬送過程でガラス板を搬送方向に沿った方向に曲げ成形する。次いで、そのガラス板の上面及び下面にエアを噴射してガラス板の上面及び下面のうち少なくとも一方を冷却する。この際、上下の冷却バランスを調整することにより、ガラス板を搬送方向と直交する方向に曲げ成形する。これにより、三次元曲面を有するガラス板を曲げ成形できる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下添付図面に従って本発明に係るガラス板の曲げ成形方法及び装置の好ましい実施の形態について詳説する。

【0025】図1は、本発明に係るガラス板の曲げ成形装置の実施の形態の構造を示す斜視図である。まず、同図に基づいて本実施の形態の曲げ成形装置10によるガラス板Gの曲げ成形工程の全体の流れについて説明す

る。

【0026】曲げ成形前のガラス板Gは、加熱炉12の入口において搬送位置が位置決めされた後、図示しないローラコンベアによって加熱炉12内に搬送される。そして、その加熱炉12内を搬送される過程で所定の曲げ成形温度(600~700°C程度)まで加熱される。

【0027】所定の曲げ成形温度まで加熱されたガラス板Gは、図示しないローラコンベアから曲げ成形用のローラコンベア20に移載されて、加熱炉12の終端部に形成された加熱成形ゾーン14に搬送される。そして、この加熱成形ゾーン14を搬送される過程で曲げ成形用のローラコンベア20によって搬送方向に沿った方向の曲げ成形がなされる。なお、この曲げ成形用のローラコンベア20によるガラス板Gの曲げ成形動作については後に詳述する。

【0028】加熱成形ゾーン14で搬送方向に沿った方向に所定の曲げ成形がなされたガラス板Gは、そのまま曲げ成形用のローラコンベア20によって冷却成形装置18に搬送される。そして、この冷却成形装置18によって搬送方向と直交する方向の曲げ成形がなされる。なお、この冷却成形装置18によるガラス板Gの曲げ成形動作については後に詳述する。

【0029】所定の曲げ成形がなされたガラス板Gは、曲げ成形用のローラコンベア20から風冷強化用のローラコンベア22に移載されて風冷強化装置16に搬送される。そして、この風冷強化装置16によって風冷強化される。

【0030】ここで、この風冷強化装置16は、風冷強化用のローラコンベア22を挟んで配置された上部吹口ヘッド24と下部吹口ヘッド26とを備えている。ガラス板Gは、これらの吹口ヘッド24、26から吹き出されるエアによって風冷強化される。なお、風冷強化装置16の冷却能は、ガラス板Gの厚みに応じて適宜設定する。

【0031】風冷強化装置16によって風冷強化されたガラス板Gは、風冷強化用のローラコンベア22からローラコンベア28に移載され、次工程の図示しない検査装置に向けて搬送される。

【0032】以上が本実施の形態の曲げ成形装置10によるガラス板Gの曲げ成形工程の全体の流れである。

【0033】次に、曲げ成形用のローラコンベア20による搬送方向に沿った方向の曲げ成形の方法について説明する。

【0034】まず、曲げ成形用のローラコンベア20の構成について図1、図2を参照しながら説明する。

【0035】曲げ成形用のローラコンベア20は、ストレート状に形成された複数本のローラ20A、20B、…を所定の間隔をもって水平に搬送方向に並列配置して構成されている。ガラス板Gは、これらのローラ20A、20B、…が回転することによって、そのローラ2

0A、20B、…によって形成される搬送面上を搬送される。

【0036】ここで、各ローラ20A、20B、…は、回転駆動手段によって各々が独立して回転駆動されるとともに、上下方向駆動手段によって各々が独立して上下移動される。そして、回転駆動手段と上下方向駆動手段は、モーションコントローラによって制御されている。

【0037】図3は、ローラ20Aの回転駆動手段と上下方向駆動手段との構造を示した正面図である。なお、各ローラ20A、20B、…の回転駆動手段と上下方向駆動手段とは同一の構造である。したがって、ここでは便宜上ローラ20Aの回転駆動手段と上下方向駆動手段との構造のみを説明し、他のローラ20B、20C、…の各手段の説明は省略する。

【0038】まず、回転駆動手段の構造について説明する。ローラ20Aの両端は、移動フレーム30に軸受32、32を介して回転自在に支持されている。また、ローラ20Aの一方端(図3において左端)には従動ギヤ34が固着されており、従動ギヤ34はサーボモータ38のスピンドル40に取り付けられた駆動ギヤ36に噛合されている。ローラ20Aは、このサーボモータ38を駆動することにより所定の角速度で回転される。以上が回転駆動手段の構造である。

【0039】次に、上下方向駆動手段の構造について説明する。移動フレーム30は、固定フレーム42に上下移動自在に支持されている。すなわち、移動フレーム30の両側部にはガイドレール44、44が上下方向に沿って配設されており、このガイドレール44、44が固定フレーム42に固着されたガイドブロック46、46に係合されている。また、この移動フレーム30には、両端下部にラック48、48が下側に向けて突設されている。ラック48、48にはピニオン50、50が噛合されており、ピニオン50、50は回転軸52に固定されている。回転軸52は、両端が軸受54、54に軸支されおり、その一方端(図3において左端)にはサーボモータ56のスピンドル58が連結されている。回転軸52は、このサーボモータ56を駆動することにより回転し、その回転運動がピニオン50とラック48との作用によって直線運動に変換される。この結果、移動フレーム30が上下移動する。そして、この移動フレーム30が上下移動することによりローラ20Aが上下移動される。以上が上下方向駆動手段の構造である。

【0040】なお、図3において符号60、62は、加熱成形ゾーン14に設けられたヒータを示している。

【0041】上述した回転駆動手段と上下方向駆動手段とは、他のローラ20B、20C、…全てに設けられている。そして、これらの手段のサーボモータ38、56がモーションコントローラによって制御されている。

【0042】モーションコントローラは、外部入力手段からガラス板Gの型式が入力されると、その型式のガラ

ス板Gの曲率に対応するローラ20A、20B、…の角速度制御データ及び上下移動制御データを作成する。そして、この作成した角速度制御データに基づきサーボモータ38を制御し、上下移動制御データに基づきサーボモータ56を制御する。すなわち、モーションコントローラは、ガラス板Gがローラ20A、20B、…による搬送中に所望の曲率で曲げ成形されるように、各ローラ20A、20B、…を多軸制御する。

【0043】次に、ローラコンベア20によるガラス板Gの曲げ成形動作について説明する。基本的なローラの動作は、ガラス板の搬送に伴い搬送方向上流側のローラから順に順次下降、上昇運動するものである。そして、このローラに搬送される過程でガラス板Gは搬送方向に沿った方向に所定の曲率で曲げ成形される。図2を用いて具体的にガラス板の曲げ成形方法を説明する。説明中の（ ）内の符号は、図2中の（ ）内の符号に対応する。

【0044】加熱炉12で加熱されたガラス板Gが加熱成形ゾーン14の入口に到達した時、全てのローラ20A、20B、…は最上位置に位置している（A）。したがって、このときローラ20A～20Mで形成される搬送面は水平になっている。

【0045】ガラス板Gが、搬送されてくると、ローラ20D～20Fが下降移動して、ローラ20D～20Fで形成される搬送面が曲率半径の大きい緩やかな下に凸の湾曲状に変形する（B）。この結果、ガラス板Gは、ローラ20D～20F上を通過する際に自重でローラ20D～20Fの湾曲面に沿って下側に撓み、その湾曲面に沿った形状に変形する。

【0046】ガラス板Gが、更に搬送されてくると、ローラ20F～20Hが、先のローラ20D～20Fよりも多めに下降移動し、ローラ20F～20Hで形成される搬送面が、先の湾曲面よりも曲率半径の小さい（曲がりが大きい）湾曲状に変形する（C）。これにより、ガラス板Gはローラ20F～20H上を通過する際に自重でローラ20F～20Hの湾曲面に沿って下側に更に撓み、その湾曲面に沿った形状に変形する。

【0047】なお、ガラス板Gが連続的に搬送されることから、図2（B）の状態と図2（C）の状態との間では、ローラ20Dやローラ20Eは、図2（B）の状態よりも上側であり、図2（C）の状態よりも下側に位置する。

【0048】ガラス板Gが、搬送経路の略中間位置まで搬送されると、ローラ20H～20Jが、先のローラ20F～20Hよりも多めに下降移動する（D）。これにより、ローラ20H～20Jで形成される搬送面が、先の湾曲面よりも曲率半径の小さい湾曲状に変形する。この結果、ガラス板Gは、ローラ20H～20J上を通過する際に自重でローラ20H～20Jの湾曲面に沿って下側に更に撓み、その湾曲面に沿った形状に変形する。

【0049】最後に、ガラス板Gが、搬送経路の下流位置まで搬送されると、ローラ20J～20Lが、先のローラ20H～20Jよりも多めに下降移動する（E）。これにより、ローラ20J～20Lで形成される搬送面が、最終的に得ようとするガラス板Gの曲率に対応する曲率の湾曲状に変形する。この結果、ガラス板Gは、ローラ20J～20L上を通過する際に自重でローラ20J～20Lの湾曲面に沿った形状に変形する。

【0050】以上がローラコンベア20のローラ20A、20B、…によるガラス板Gの曲げ成形動作である。

【0051】したがって、加熱成形ゾーン14内の各ローラは、1枚のガラス板Gの搬送の際に、ガラス板Gの通過にともない1周期の下降・上昇運動を行う。これにより、ガラス板Gが位置しているローラの群により下に凸形状の波面を形成し、ガラス板Gの搬送とともに、この波面を進行させる。ガラス板Gの搬送方向前辺及び搬送方向後辺は搬送レベルに保たれ、ガラス板Gの中央部分は各ローラの下降位置に応じて搬送レベルの下方に垂れ下がる。こうして、ガラス板Gは各ローラにより搬送されながら、搬送方向に曲げ成形される。この場合、ガラス板Gの搬送方向前辺及び搬送方向後辺が搬送レベルに保たれていることから、ガラス板の搬送方向は搬送レベルに平行な方向といえる。

【0052】なお、ガラス板Gは、加熱成形ゾーン14の下流へ行くにしたがって大きく曲げられるので、上記の波面の振幅は下流ほど大きい。すなわち、各ローラの下降・上昇運動による振幅は、加熱成形ゾーン14の下流ほど大きい。

【0053】なお、上記のようにローラが下降・上昇運動をすると、ガラス板Gの水平方向成分の搬送速度Vxは、ローラの上下位置に依存することになる。この場合、ローラの角速度（回転速度）ωが一定であると、水平方向成分の搬送速度Vxは、下側のローラの方が上側のローラよりも速くなる。このような速度のアンバランス現象が生じると、ローラとガラス板Gとの間でスリップが発生し、ガラス板Gに傷が付くという不具合が発生する。

【0054】そこで、モーションコントローラは、各ローラによるガラス板Gの水平方向成分の搬送速度Vxが等しくなるように、各ローラのサーボモータ56を制御する。たとえば、図4に示すように、ローラ20D～20Fの上下位置をパラメータとしてローラ20D～20Fの角速度が $\omega_D > \omega_E < \omega_F$ となるように制御する。これにより、ローラとガラス板Gとの間でスリップが発生するのが防止され、ガラス板Gへの傷付きが防止される。

【0055】次に、冷却成形装置18による搬送方向と直交する方向の曲げ成形の方法について説明する。

【0056】冷却成形装置18は、ガラス板Gの上面と

下面とをアンバランスに冷却することにより、ガラス板Gを搬送方向と直交する方向に曲げ成形する。すなわち、ガラス板が有する粘弾性により、ガラス板は上面と下面とをアンバランスに冷却して温度差を生じさせると、三次元的に変形するという性質を有している。冷却成形装置18は、このガラスの性質を利用してガラス板Gを搬送方向と直交する方向に曲げ成形する。

【0057】図5に示すように、冷却成形装置18は、曲げ成形用のローラコンベア20を挟んで配置された上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとを有している。この上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとは、ローラの軸線方向に沿ってスリット状に形成されている。ガラス板Gは、この上部吹出口18Aと下部吹出口18Bとの間を通過する際、上部吹出口18Aと下部吹出口18Bとから吹き出されるエアによって、その上面と下面とが冷却される。

【0058】ここで、この上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとから吹き出されるエアは、その風圧が図示しない風圧コントローラによって制御されている。この風圧コントローラは、次のようにして上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bから吹き出すエアの風圧を設定する。外部入力手段からガラス板Gの型式が入力されると、風圧コントローラは、まず、その型式のガラス板Gの曲率に対応する風圧データを作成する。そして、その作成した風圧データに基づいて上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとから吹き出すエアの風圧を決定する。すなわち、風圧コントローラは、ガラス板Gが搬送方向と直交する方向に所望の曲率で曲げ成形されるように、上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとから吹き出すエアの風圧を決定する。

【0059】次に、前記のごとく構成された冷却成形装置18によるガラス板Gの曲げ成形動作について説明する。

【0060】加熱成形ゾーン14で搬送方向に沿った方向に曲げ成形がなされたガラス板Gは、曲げ成形用のローラコンベア20によって冷却成形装置18に搬送される。この際、ローラコンベア20は、加熱成形ゾーン14で最終的に得られたガラス板Gの形状を維持するようローラを上下移動させながらガラス板Gを搬送する（搬送面が所定の湾曲形状を維持したままガラス板Gを搬送する。）。

【0061】冷却成形装置18に搬送されたガラス板Gは、上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとの間を通過する。そして、この上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとの間を通過するときに、上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとから吹き出されるエアによって上面と下面が冷却される。

【0062】ここで、この上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとからは、風圧コントローラによって風圧が所定圧に制御されたエアが吹き出され、この所定

圧に制御されたエアによってガラス板Gは上面と下面とがアンバランスに冷却される。この結果、ガラス板Gの上下で温度差が生じ、搬送方向と直交する方向に所定の曲げ成形がなされる。

【0063】以上が冷却成形装置18によるガラス板Gの搬送方向と直交する方向の曲げ成形動作である。このようにして搬送方向と直交する方向に曲げ成形されたガラス板Gは、曲げ成形用のローラコンベア20から風冷強化用のローラコンベア22に移載され、風冷強化装置16に搬送される。そして、この風冷強化装置16によって風冷強化される。

【0064】このように、本実施の形態によれば、搬送方向に沿った方向の曲げ成形に加え、搬送方向と直交する方向の曲げ成形を行うことができる。これにより、所望の三次元曲面を有するガラス板Gを曲げ成形できるようになる。

【0065】また、搬送方向と直交する方向の曲率を変更する場合も、上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとから吹き出すエアの風圧の設定を変更するだけで容易に行うことができる。この際、上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとから吹き出すエアの風圧の設定は、車両窓用のガラス板の場合、その形状がCADデータとしてあらかじめ準備されているので、このCADデータを風圧コントローラにリンクさせれば、容易に設定を変更できる。

【0066】なお、本実施の形態では、上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとの形状をスリット状としているが、これに限定されるものではない。この他、たとえば、多数のパイプ状の吹出口を直列させたものを使用してもよい。

【0067】また、本実施の形態の上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとは、ローラの軸線方向に沿って均一にエアを吹き出すように構成されているが、エアを吹き出すエリアを選択できるように構成してもよい。たとえば、吹出エリアを三分割し、選択的にエアを吹き出せるように構成してもよい。

【0068】さらに、本実施の形態の上部エア吹出口18Aと下部エア吹出口18Bとは一定位置に固定されているが、上下移動する曲げ成形用のローラコンベア20のローラに連動して上下移動するように構成してもよい。

【0069】また、冷却成形装置18は、ガラス板の温度が高く、冷却条件変更による形状感度が高い位置に設置することが好ましい。

【0070】図1に示す実施の形態では、加熱成形ゾーン14が加熱炉12の囲い中に設けられている。すなわち、加熱成形ゾーン14が加熱炉12内であって加熱炉12の下流側に設けられている。本発明におけるガラス板の曲げ成形方法、装置では、（i）成形ゾーンを加熱炉内に設けることの他に、（ii）加熱炉外に設けるこ

とも、(i i i) 成形ゾーンの一部を加熱炉外に設けることもできる。こうした成形ゾーンを設ける位置は、ガラス板の寸法や曲げ形状に応じて、上記(i)～(i i i) から適宜選択できる。

【0071】まず、ガラス板の厚みと成形ゾーンの位置との関係を説明する。ガラス板が曲げ成形された後の強化処理は、ガラス板の厚みの影響を受ける。すなわち、強化処理されたガラス板は、表面に圧縮応力が、内部に引張応力が形成されている。これらの残留応力は、加熱されたガラス板の急冷により生じるガラス板表面とガラス板内部との温度差に起因する。ガラス板の厚みが小さいとこの温度差が得にくくなるので、厚みが小さいガラス板の強化処理にあたっては、急冷時の冷却能を増加させる必要がある。冷却能の増加のための手段の1つには、冷却風の吹付け圧や風量を増加することがあげられる。他に、急冷時のガラス板の温度を増加させる手段もある。

【0072】(i)の場合、ガラス板を加熱炉内で曲げ成形できるので、曲げ成形後のガラス板をすぐに風冷強化装置に搬送できる。そのため、ガラス板の温度が下がることなく風冷強化装置までガラス板を搬送できる。したがって、(i)の成形ゾーンの配置は、厚みが小さいガラス板の曲げ成形・強化処理に優位である。

【0073】次に、ガラス板の曲げ形状と成形ゾーンの位置との関係を説明する。ガラス板をより複雑に複曲形状に曲げ成形する場合、成形ゾーンには、本発明におけるエア噴出手段に加えて搬送方向に直交する方向へのガラス板の曲げ成形をするためのガラス板押圧手段を設けることができる。この押圧手段を加熱炉内に設けようすると、加熱炉内の閉空間を確保しにくくなる。そのため、加熱炉内の温度を所定の温度に保てないという不具合が生じる。そこで、この手段を加熱炉外に設けることによって、加熱炉内の温度の安定化が実現できる。したがって、(i i)の成形ゾーンの配置は、ガラス板を複雑に三次元的に曲げ成形する場合に優位である。

【0074】さらに、厚みの小さいガラス板を複曲形状に曲げ成形する曲げ成形・強化処理には、(i)と(i

i)の折衷として(i i i)が優位である。そして、(i i i)の曲げ成形ゾーンの配置は、単なる折衷案の位置付けに留まらず、次の点で好ましい。すなわち、自動車産業の少量多品種の要求により、1つのガラス板の曲げ成形装置で多くの型式のガラス板を曲げ成形することも要求されている。型式に応じて、ガラス板の厚みは多種にわたり、ガラス板の曲げ形状も多種にわたる。そのため、同じ仕様のガラス板の曲げ成形装置で、多種の厚みの多種の曲げ形状のガラス板を成形できることは優位である。そして、このような少量多品種の事情に適応できる成形ゾーンの配置が、(i i i)の配置である。

【0075】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係るガラス板の曲げ成形方法及び装置によれば、ローラコンベアに搬送されて搬送方向に沿った方向に曲げ成形されたガラス板の上面及び下面にエアを噴射してガラス板の上面及び下面を冷却し、その上下の冷却バランスを調整することにより、ガラス板を搬送方向と直交する方向に曲げ成形することができる。これにより、複曲形状を有するガラス板を曲げ成形することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るガラス板の曲げ成形装置の構造を示す斜視図

【図2】ローラコンベアによるガラス板の曲げ動作を示す遷移図

【図3】ローラの回転駆動手段と上下方向移動手段との構造を示す説明図

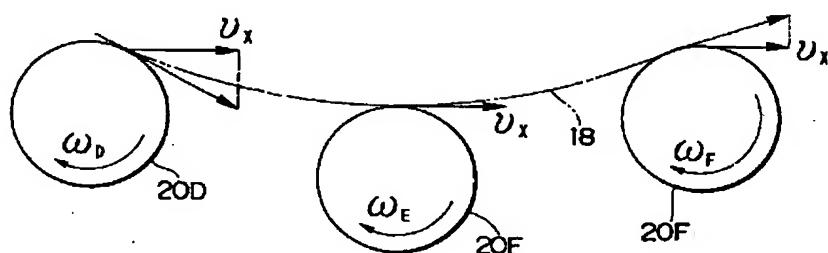
【図4】ガラス板の水平方向成分の搬送速度を示す説明図

【図5】冷却成形装置の構成を示す側面図

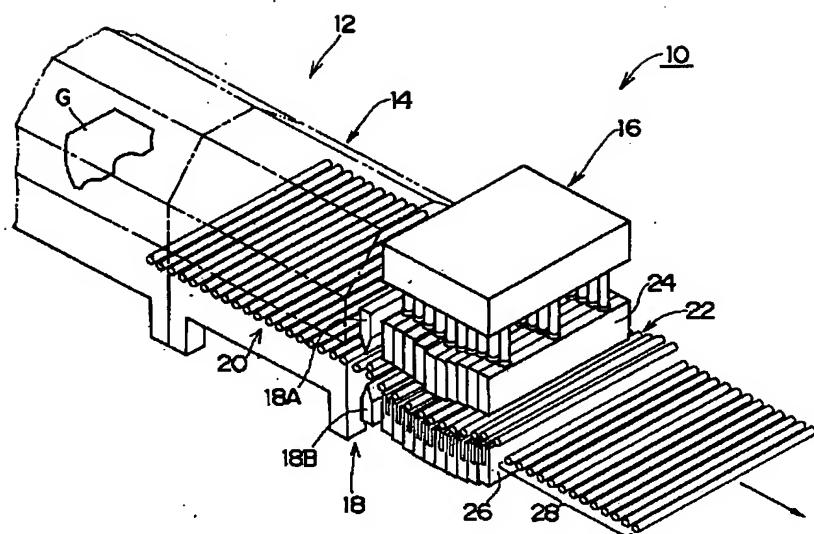
【符号の説明】

10…ガラス板の曲げ成形装置、12…加熱炉、14…加熱成形ゾーン、16…風冷強化装置、18…冷却成形装置、18A…上部エア吹出口、18B…下部エア吹出口、20…ローラコンベア、20A～20M…ローラ、38、56…サーボモータ、G…ガラス板

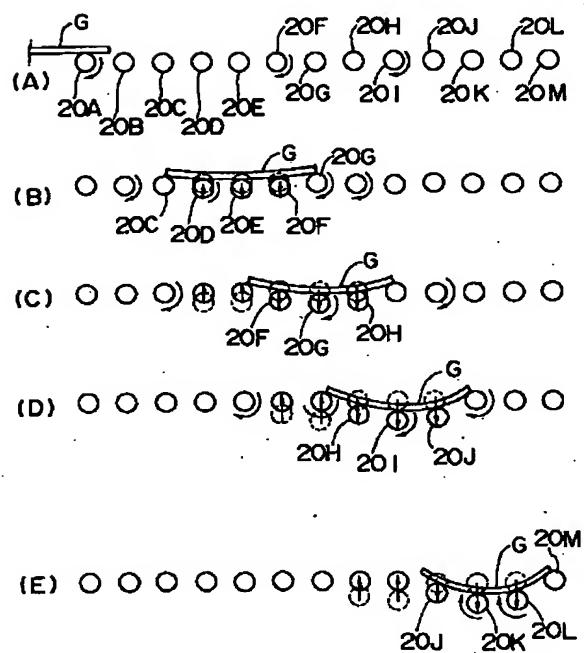
【図4】



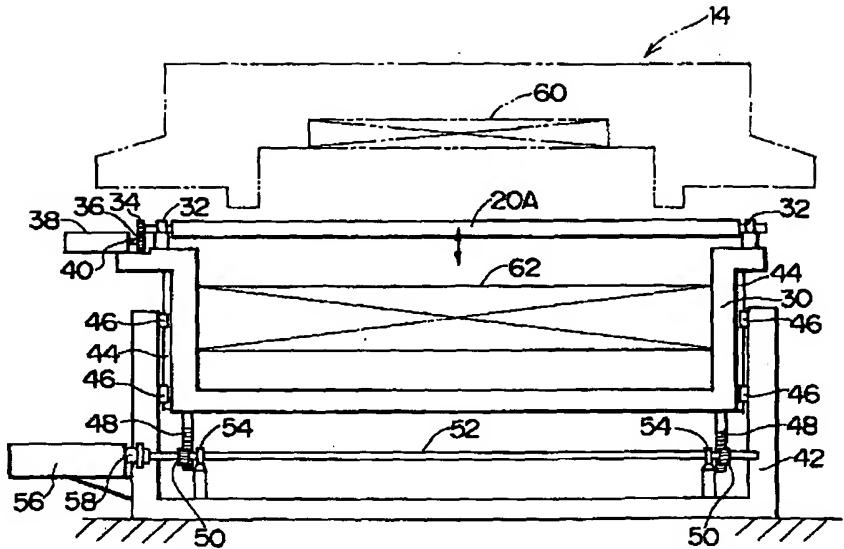
【図1】



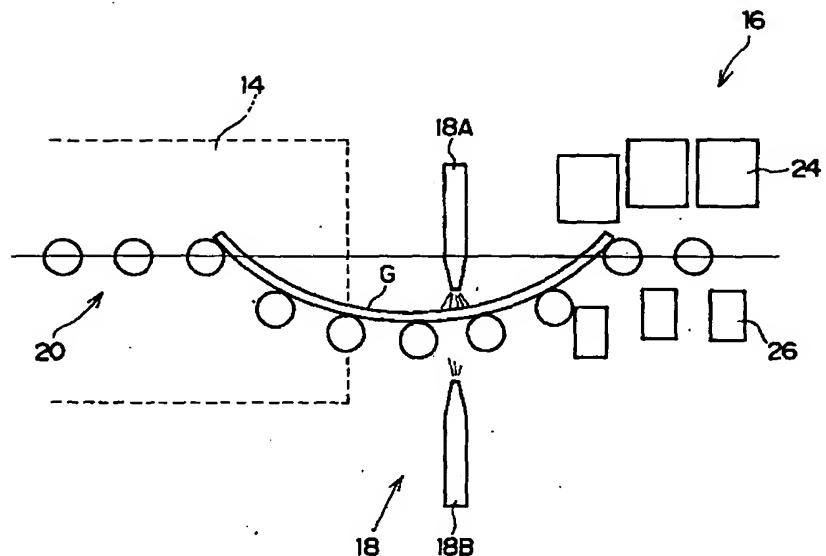
【図2】



【图3】



【図5】



## フロントページの続き

(72) 発明者 合歡垣 洋一

愛知県知多郡武豊町字旭1番地 旭硝子株式会社内

F ターム(参考) 4G015 AA03 AA04 AB03 AB10 CA04  
CA10 CB01 CC01 GA01